

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Д. В. Комнатный

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Одной из основных проблем, возникающих при изучении курса общей физики, является мотивация студентов к учебе. В этом курсе закладываются физические знания, которые являются базой для изучения технических дисциплин. Поэтому мотивированное и прочное усвоение таких знаний необходимо современному инженеру всех специальностей, а особенно связанным с ответственными технологическими процессами: энергетикой, транспортом, химической промышленностью. Для решения указанной проблемы необходимы следующие методические подходы: фундаментальность подготовки, практическая направленность, исключение неоправданных повторов в курсе физики и специальных курсах, возможность организации активной учебной работы, в том числе в форме коллоквиумов. Также требуется уделять большое внимание экспериментальным основаниям физических теорий, так как пренебрежение этим приводит к плохому пониманию физики студентами.

Для реализации перечисленных подходов требуются учебники и учебные пособия соответствующего содержания. По нашему мнению, при изучении раздела «Теория электростатического поля» наиболее удачно реализована связь теории, практики и эксперимента в учебнике В. А. Алешкевича [1]. Но он ориентирован на физические специальности университетов. Для технических университетов предлагается следующая адаптация содержания раздела «Теория электростатического поля».

I. Электрический заряд. Опыт Милликана. Заряды элементарных частиц: электроны и кварки. Закон сохранения электрического заряда в макро- и микромире. Опыт Фарадея, подтверждающий закон сохранения электрического заряда. Опытные данные об электризации физических тел. Электрофор.

II. Закон Кулона. Электроскоп. Экспериментальные подтверждения закона Кулона с помощью крутильных весов и сферы Кавендиша. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Поле системы точечных зарядов. Поле электрического диполя. Применение модели электрического диполя в следующих разделах курса. Пример: расшифровка кардиограмм на основе дипольной модели [2]. Теорема Гаусса-Остроградского в интегральной и дифференциальной форме. Электростатическое поле сферы, нити, плоскости. Поле системы из двух заряженных нитей [3]. Влияние электрического поля линий электропередач на условия жизни людей.

III. Потенциал, разность потенциалов и напряжение электростатического поля. Связь потенциала и напряженности. Уравнения Пуассона и Лапласа. Метод участков: поле нити конечной длины, поле заряженного кольца, поле бесконечной плоской ленты. Понятие о методе эквивалентных зарядов. Потенциал поля равномерно заряженной пластинки в точках, лежащих в ее плоскости. Понятие о методе граничных элементов. Взаимодействие заряженных колец, лежащих в одной плоскости, как модель взаимодействия клеток крови. Поле внутри шара. Электромметр. Ускорение заряженных частиц. Генератор Ван де Граффа. Понятие о применении пучков заряженных частиц в физике и технике. Энергия системы зарядов.

При рассмотрении потенциала заряженных колец не следует опасаться вести расчет с использованием эллиптических интегралов, так как глубокое знание теории таких интегралов в данном случае не требуется.

IV. Проводники в электрическом поле. Граничные условия для проводников. Распределение заряда по проводнику, на основе решения уравнения Лапласа для эллипсоида. (Решение уравнения Лапласа для эллипсоида в данном случае не требует знания метода разделения переменных и специальных функций, поэтому может быть включено в курс [3].) Электростатическая индукция, ее применение. Электростатические моторы. Автоколебания частиц в электростатическом поле [4]. (Такие автоколебания наблюдал еще И. Ньютон, поэтому их описание представляется весьма уместным). Шар во внешнем однородном электростатическом поле, анализ ведется с помощью дипольной модели [3]. Электрический ветер [5].

V. Диэлектрики в электростатическом поле. Вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость среды. Связанные заряды. Однородно поляризованный шар. Использование этой модели для интерпретации поля структурных элементов земной коры. Вектор индукции электростатического поля. Граничные условия для диэлектриков. Силы, действующие на диполь, модели межмолекулярных сил [2]. Пондеромоторные силы, их использование в микромеханике.

Следует указать, что рассмотрение фактора (коэффициента) формы представляется целесообразным только для специальностей, связанных с неразрушающим контролем. В этом научном направлении используется аналогичное понятие для магнитного поля. Поэтому для основательной подготовки следует рассмотреть и такой же вопрос для поля электрического.

VI. Электронная теория поляризации. неполярные и полярные диэлектрики. Пироэлектрики. сегнетоэлектрики, их природа по Р. Фейнману. Электреты. Применение сегнетоэлектриков и электретов. Электрострикция. Электрический пробой.

VII. Общая задача электростатики. Решение ее для плоской, цилиндрической и сферической системы электродов. Поле в системе «игла–плоскость» [3]. Метод зеркальных изображений. Модель поля грозовой тучи [5]. Сила взаимодействия между частицей и плоскостью, ее значение для явления адгезии.

VIII. Конденсаторы. Лейденская банка. Емкость плоского, цилиндрического и сферического конденсатора. Соединения конденсаторов. Ионистор. Литий-ионный конденсатор. Накопление энергии в суперконденсаторах на средствах транспорта.

Представляется, что подобное содержание раздела позволит обеспечить как общую подготовку студентов, так и подготовку их по выбранной специализации. Также будет обеспечена практическая направленность курса, причем не ограниченная узкими рамками специальности. Студенты приобретут широкий кругозор о практической пользе физических знаний во многих областях техники. Это должно повысить их интерес к изучаемому предмету, а следовательно, и успеваемость.

Л и т е р а т у р а

1. Алешкевич, В. А. Электромагнетизм / В. А. Алешкевич. – М. : Физматлит, 2014. – 404 с.
2. Брандт, Н. Н. Электростатика в вопросах и задачах / Н. Н. Брандт, Г. А. Миронова, А. М. Салецкий. – СПб. : Лань, 2010. – 288 с.
3. Основы электротехники / К. А. Круг [и др.] ; под ред. К. А. Круга. – М. : ГЭИ, 1952. – 432 с.
4. Мяздриков, О. А. Электродинамическое псевдооживление дисперсных систем / О. А. Мяздриков. – Л. : Химия, Ленингр. отд-ние, 1989. – 158 с.
5. Френкель, Я. И. Теория явлений атмосферного электричества / Я. И. Френкель. – М. : КомКнига, 2007. – 160 с.